

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ

Директор Инженерной школы новых
производственных технологий

А.Н. Яковлев

« 30 » 06 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ПРИЕМ 2017 г.
ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очная

Основы физики твердого тела			
Направление подготовки/ специальность	22.03.01 Материаловедение и технологии материалов		
Образовательная программа (направленность (профиль))	Материаловедение и технологии материалов		
Специализация	Наноструктурные материалы		
Уровень образования	высшее образование - бакалавриат		
Курс	2	семестр	4
Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах)	3		
Виды учебной деятельности	Временной ресурс		
Контактная (аудиторная) работа, ч	Лекции	32	
	Практические занятия	32	
	Лабораторные занятия		
	ВСЕГО	64	
Самостоятельная работа, ч		44	
ИТОГО, ч		108	

Вид промежуточной
аттестации

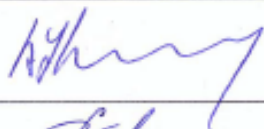
экзамен

Обеспечивающее
подразделение

Отделение
материаловедения ИШНПТ

Заведующий кафедрой -
руководитель ОМ на правах
кафедры ИШНПТ
Руководитель ООП

Преподаватель

	Клименов В.А.
	Ваулина О.Ю.
	Зенин Б.С.

2020 г.

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины является формирование у обучающихся определенного ООП (п. 5. Общей характеристики ООП) состава компетенций для подготовки к профессиональной деятельности.

Код компетенции	Наименование компетенции	Результат обучения	Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенций)	
			Код	Наименование
ОПК(У)-2	Способен использовать в профессиональной деятельности знания о подходах и методах получения результатов в теоретических и экспериментальных исследованиях	Р5	ОПК(У)-2.34	Знает фундаментальные законы механики, электричества, квантовой механики
			ОПК(У)-2.У4	Умеет формулировать постановку задачи для проведения теоретических исследований
			ОПК(У)-2.В4	Владеет опытом сравнительного анализа результатов теоретических расчетов и экспериментальных исследований
ПК(У)-4	Способен использовать в исследованиях и расчетах знания о методах исследования, анализа, диагностики и моделирования свойств веществ (материалов), физических и химических процессах, протекающих в материалах при их получении, обработке и модификации	Р10	ПК(У)-4.34	Знает строение твердых тел, природу сил межатомного взаимодействия
			ПК(У)-4.У4	Умеет классифицировать твердые тела по типам межатомных связей
			ПК(У)-4.В4	Владеет опытом применения методов сравнительной оценки характеристик материалов, полученных из теоретических расчетов и полученных из эксперимента на основе представлений о межатомном взаимодействии в твердом теле
ПК(У)-6	Способен использовать на практике современные представления о влиянии микро- и нано- структуры на свойства материалов, их взаимодействии с окружающей средой, полями, частицами и излучениями	Р11	ПК(У)-6.33	Знает закономерности формирования электронной структуры твердого тела с позиций электронного строения отдельного атома.
			ПК(У)-6.У3	Умеет классифицировать материалы с учетом их строения на атомном уровне с позиции электронной структуры твердого тела.
			ПК(У)-6.В3	Владеет способностью использовать на практике современные представления о влиянии микро- и нано- структуры на свойства материалов, их взаимодействии с окружающей средой, полями, частицами и излучениями

2. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина относится к вариативной части Блока 1 учебного плана образовательной программы.

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

После успешного освоения дисциплины будут сформированы результаты обучения:

Код	Наименование	Компетенция
РД-1	Знать строение твердых тел, природу сил межатомного взаимодействия механики	ПК(У)-4
РД-2	Уметь классифицировать материалы с учетом их строения на атомном уровне с позиции электронной структуры твердого тела.	ПК(У)-6
РД -3	Владеть опытом применения методов сравнительной оценки характеристик материалов, полученных из теоретических расчетов и полученных из эксперимента на основе представлений о межатомном взаимодействии в твердом теле	ОПК(У)-2

Оценочные мероприятия текущего контроля и промежуточной аттестации представлены в календарном рейтинг-плане дисциплины.

4. Структура и содержание дисциплины

Основные виды учебной деятельности

Разделы дисциплины	Формируемый результат обучения по дисциплине	Виды учебной деятельности	Объем времени, ч.
Раздел 1. Силы связи в кристалле	РД-1	Лекции	6
		Практические занятия	6
		Самостоятельная работа	8
Раздел 2. Строение твердых тел материала	РД-1, РД-2	Лекции	4
		Практические занятия	4
		Самостоятельная работа	8
Раздел 3. Механические свойства твердых тел	РД-3	Лекции	6
		Практические занятия	6
		Самостоятельная работа	8
Раздел 4. Способы описания макросистем. Статистика электронов проводимости	РД-3	Лекции	8
		Практические занятия	8
		Самостоятельная работа	8
Раздел 5. Тепловые свойства твердых тел	РД-3	Лекции	2
		Практические занятия	2
		Самостоятельная работа	8
Раздел 6. Элементы электронной структуры металлических и неметаллических материалов	РД-2, РД-3	Лекции	6
		Практические занятия	6
		Самостоятельная работа	4

Содержание разделов дисциплины:

Раздел 1. Силы связи в кристалле

В разделе рассматривается природа сил межатомного взаимодействия в кристаллах (силы притяжения и отталкивания), которые определяют физические свойства материала. Описан метод сравнительного анализа ряда физических свойств по виду зависимости сил межатомного взаимодействия от расстояния между соседними атомами, а также сил межатомного взаимодействия по данным физических свойств ряда металлических материалов.

Темы лекций:

1. Силы Ван-дер-Ваальса. Ионная связь. Ковалентная связь. Металлическая связь.
2. Силы отталкивания и притяжения. Условие равновесного положения атомов

Темы практических занятий:

1. Эволюция инженерных материалов.
2. Физические свойства, определяемые силами межатомного взаимодействия.
3. Сравнительный анализ физических свойств, определяемых силами межатомного взаимодействия, для различных металлов

Раздел 2. Строение твердых тел

В разделе рассматриваются особенности структур двух видов твердых тел – кристаллических и аморфных. Подробно анализируются характеристики кристаллической решетки и связанные с ними характеристики кристаллических материалов – анизотропия. На примере структуры различных материалов показана суть полиморфного превращения.

Темы лекций:

1. Кристаллические и аморфные тела. Кристаллическая решетка. Основные типы

кристаллической решетки.

Темы практических занятий:

1. Анизотропия кристаллов. Явление полиморфизма.
2. Кристаллографические индексы узлов, направлений, плоскостей.
3. Дефекты кристаллической решетки.

Раздел 3. Механические свойства твердых тел

В разделе рассматриваются основные характеристики механических свойств, которые определяются видом деформации. Показано, как по кривой растяжения можно определить виды деформации, для каждого вида объяснить механизм деформации и механические характеристики твердого тела. Приводятся примеры теоретических расчетов механических характеристик в различных приближениях.

Темы лекций:

1. Виды механических свойств. Виды деформации, определяемые способом приложения внешних сил.
2. Упругая деформация и закон Гука.
3. Закономерности пластической деформации. Прочность кристаллов на сдвиг теоретическая и реальная.

Темы практических занятий:

1. Временная прочность твердых тел.
2. Пути повышения прочности твердых тел.
3. Анализ диаграммы растяжения.
4. Хрупкая прочность кристаллов теоретическая и реальная.

Раздел 4. Способы описания макросистем. Статистика электронов проводимости

В разделе рассматриваются основные элементы физической статистики, необходимые для описания свойств твердых тел, представляющих собой систему, состоящую из огромного числа микрочастиц. Дается понятие полной функции распределения и ее представления для классических и квантовых систем. Подробно рассматривается функция распределения Ферми-Дирака, описывающая поведение электронов в твердом теле.

Темы лекций:

1. Термодинамическое и статистическое описания системы. Невырожденные и вырожденные коллективы. Виды частиц.
2. Полная функция распределения. Число состояний. Плотность состояний.
3. Функция распределения Максвелла-Больцмана. Функция распределения Ферми-Дирака.

Темы практических занятий:

1. Функция распределения для вырожденных и невырожденных систем.
2. Энергетическая модель кристалла. Энергия Ферми.
3. Количественная оценка энергии Ферми в различных металлах.
4. Влияние температуры на распределение Ферми-Дирака.

Раздел 5. Тепловые свойства твердых тел

В разделе рассматривается коллективное поведение атомов в кристаллической решетке в виде нормальных колебаний решетки. В рамках такого подхода объясняется физический смысл понятий характеристическая температура Дебая, фононы, закон Дюлонга и Пти

Темы лекций:

1. Тепловые колебания решетки. Спектр нормальных колебаний. Понятие о фононах. Закон Дюлонга и Пти.

Темы практических занятий:

1. Теплоемкость твердого тела.
2. Определение теплоемкости металлов и сплавов

Раздел 6. Элементы электронной структуры металлических и неметаллических материалов

В разделе показано, как электронная структура отдельного многоэлектронного атома трансформируется при образовании кристалла. Каждому энергетическому уровню изолированного атома в кристалле соответствует зона разрешенных состояний. Способ заполнения этих зон электронами определяет вид твердого тела: диэлектрик, проводник, полупроводник.

Темы лекций:

1. Модель атома Бора. Электронные состояния атома. От атома к кристаллу.
2. Образование энергетических зон. Заполнение зон электронами

Темы практических занятий:

1. Зоны Бриллюэна. Поверхность Ферми.
2. Зонная структура. Проводники, полупроводники, диэлектрики.
3. Особенности электронной структуры полупроводников.
4. Электропроводность металлов.

5. Организация самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа студентов при изучении дисциплины предусмотрена в следующих видах и формах:

- Работа с лекционным материалом, поиск и обзор литературы и электронных источников информации по индивидуально заданной проблеме курса;
- Изучение тем, вынесенных на самостоятельную проработку;
- Поиск, анализ, структурирование и презентация информации;
- Выполнение домашних заданий, домашних контрольных работ;
- Подготовка к практическим и семинарским занятиям;
- Подготовка к оценивающим мероприятиям (экзамен).

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**6.1. Учебно-методическое обеспечение****Основная литература**

1. Павлов П.В. Физика твердого тела: учебник / П. В. Павлов, А. Ф. Хохлов. - 4-е изд. - Москва: ЛЕНАНД, 2015. - 494 с. Учебный фонд НТБ ТПУ. (<http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple/document/RU%5CTPU%5Cbook%5C288974>)
2. Епифанов, Г. И.. Физика твердого тела: учебное пособие / Г. И. Епифанов. — 4-е изд., стер.. — Санкт-Петербург: Лань, 2011. — 288 с.: Учебный фонд НТБ ТПУ. Схема доступа: https://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=2023
3. Купрекова Е.И. Физика твердого тела. Сборник заданий: учебное пособие [Электронный ресурс] – Томск: Изд-во ТПУ, 2014. Схема доступа: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2014/m350.pdf>

Дополнительная литература

1. Анфимов, И. М.. Физика твердого тела. Сборник задач [Электронный ресурс] / Анфимов И. М., Кобелева С. П., Коновалов М. П.. — Москва: МИСИС, 2011. — 70 с.. — Рекомендовано редакционно-издательским советом университета. — Книга из коллекции МИСИС - Инженерно-технические науки.. — ISBN 978-5-87623-426-1. Схема доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=47457 (контент)

6.2. Информационное и программное обеспечение

Internet-ресурсы (в т.ч. в среде LMS MOODLE и др. образовательные и библиотечные ресурсы):

Профессиональные базы данных и информационно-справочные системы доступны по ссылке: <https://www.lib.tpu.ru/html/irs-and-pdb>

Лицензионное программное обеспечение (в соответствии с **Перечнем лицензионного программного обеспечения ТПУ**):

7-Zip;
Adobe Acrobat Reader DC;
Adobe Flash Player;
AkelPad;
Ansys 2020;
Ascon KOMPAS-3D 18 Education Concurrent MCAD ECAD;
Cisco Webex Meetings;
Dassault Systemes SOLIDWORKS 2020 Education;
Document Foundation LibreOffice;
Google Chrome;
Microsoft Office 2007 Standard Russian Academic;
Mozilla Firefox ESR;
Oracle VirtualBox;
ownCloud Desktop Client;
Tracker Software PDF-XChange Viewer;
WinDjView;
Zoom Zoom

7. Особые требования к материально-техническому обеспечению дисциплины

В учебном процессе используется следующее оборудование:

№	Наименование специальных помещений	Наименование оборудования
1.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации 634034, Томская область, г. Томск, Усова улица, 7, 144	Комплект оборудования для проведения занятий по основным разделам дисциплины Доска аудиторная настенная - 1 шт.; Комплект учебной мебели на 36 посадочных мест; Компьютер - 1 шт.; Проектор - 1 шт.
2.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (компьютерный класс) 634034, Томская область, г. Томск, Усова улица, 7, 108	Комплект оборудования для проведения занятий по основным разделам дисциплины Комплект учебной мебели на 11 посадочных мест; Шкаф для одежды - 1 шт.; Шкаф для документов - 1 шт.; Тумба стационарная - 1 шт.; Компьютер - 13 шт.; Проектор - 2 шт

Рабочая программа составлена на основе Общей характеристики образовательной программы по направлению 22.03.01 Материаловедение и технологии материалов / специализация «Наноструктурные материалы» (прием 2017 г., очная форма обучения).

Разработчик:

Должность	Подпись	ФИО
Доцент		Б.С. Зенин

Программа одобрена на заседании кафедры наноматериалов и нанотехнологий Института физики высоких технологий (протокол от «24» июня 2017 г. № 4).

Заведующий кафедрой - руководитель ОМ
на правах кафедры ИШНПТ

 /В.А. Клименов/

Лист изменений рабочей программы дисциплины:

Учебный год	Содержание /изменение	Обсуждено на заседании Отделения (протокол)
2018/2019 учебный год	1. Обновлено программное обеспечение 2. Обновлен состав профессиональных баз данных и информационно-справочных систем 3. Изменена система оценивания	№ 7 от 30.08.2018 г.
2019/2020 учебный год	1. Обновлено программное обеспечение 2. Обновлен состав профессиональных баз данных и информационно-справочных систем 3. Обновлен список литературы, в том числе ссылок ЭБС.	№19/1 от 01.07.2019 г.
2020/2021 учебный год	1. Обновлено программное обеспечение 2. Обновлен состав профессиональных баз данных и информационно-справочных систем	№ 35 от 29.06.2020 г.